

DOI: 10.13652/j.spjx.1003.5788.2022.90052

基于区块链技术的有机食品溯源体系

Research on organic food traceability system based on blockchain technology

李建军^{1,2} 苏芳媛^{1,2} 杨 玉^{1,2} 杨 芳³LI Jian-jun^{1,2} SU Fang-yuan^{1,2} YANG Yu^{1,2} YANG Fang³

(1. 哈尔滨商业大学计算机与信息工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150028; 2. 黑龙江省文化大数据理论应用研究中心, 黑龙江 哈尔滨 150028; 3. 黑龙江东方学院, 黑龙江 哈尔滨 150066)

(1. School of Computer and Information Engineering, Harbin University of Commerce, Harbin, Heilongjiang 150028, China; 2. Heilongjiang Cultural Big Data Theory Application Research Center, Harbin, Heilongjiang 150028, China; 3. East University of Heilongjiang, Harbin, Heilongjiang 150066, China)

摘要:通过将区块链技术应用到有机食品溯源体系建设中,运用区块链的去中心化、防篡改性、安全开放性等技术特征,针对有机食品溯源安全体系不健全、信用体系不完整、物联网融合不够以及技术标准不统一等问题,结合有机食品溯源体系的建设,提出了健全有机食品溯源安全体系、完善有机食品溯源信用体系、优化区块链与有机食品物联网融合以及建立统一规范的有机食品溯源标准等对策建议。

关键词:区块链技术;有机食品;溯源;食品质量安全

Abstract: Through the application of blockchain technology to the construction of the organic food traceability system, the use of blockchain technology features such as decentralization, tamper-proof modification, and security insufficient network integration and inconsistent technical standards, combined with the construction of the organic food traceability system, proposed a sound organic food traceability safety system, perfect organic food traceability credit system, optimization of blockchain and organic food internet of things integration, and the establishment of a unified standard countermeasures and suggestions for organic food traceability standards.

Keywords: blockchain technology; organic food; traceability; food quality and safety

基金项目:国家社科基金资助项目(编号:16BJY125);黑龙江省哲学社会科学研究规划年度项目(编号:21GLE291);黑龙江省教育科学“十三五”规划重点课题(编号:GJB1320276);哈尔滨商业大学本科教学领军人才培养计划资助项目(编号:201907)

作者简介:李建军,男,哈尔滨商业大学副教授,硕士生导师,博士。

通信作者:杨玉(1974—),女,哈尔滨商业大学副教授,硕士。
E-mail:cn_yangyu@126.com

收稿日期:2021-09-24

新冠疫情使很多行业发展缓慢,暴露了传统供应链的脆弱性,进一步促进了线上消费,在这种新型消费方式下,有机食品的质量安全也就更加重要。有机食品溯源的实现是保障有机食品质量安全的有力工具。因此,溯源管理是中国有机食品发展的必要环节。一个好的溯源管理体系不仅能让消费者更深入地了解产品、保障消费者的健康,更能提升企业品牌的口碑。一切信息都将数据化、透明化,使有机食品的质量安全更有保障,从而更加利于维护有机农业的可持续发展。研究拟提出基于区块链技术的有机食品溯源体系在实施构建时的相关问题及对应策略,使溯源方案具有可行性和高效性,旨在为促进有机食品溯源体系的完善提供依据。

1 有机食品溯源

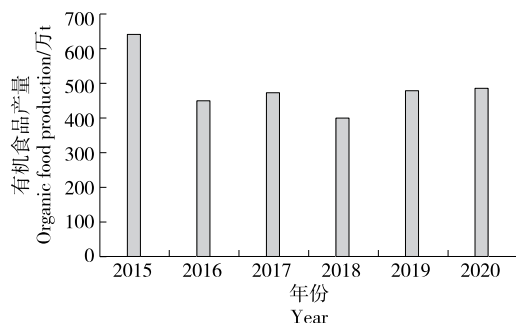
1.1 有机食品行业现状

有机食品是指无污染的天然食品,主要来源于有机农业的生产体系,按照国际有机农业生产的统一要求和相应的标准进行生产加工。有机食品是当前世界公认的优质安全食品,逐渐成为人们首选的食用产品。由图 1 可知,近 5 年有机食品的产量趋于稳定,证明了有机市场处于快速稳步发展阶段。

如图 2 所示,2015—2016 年中国有机食品市场规模大幅增长,是有机食品行业取得飞速进展的两年。近几年,整体市场规模的增长幅度降低,有机食品行业已取得显著成绩,整体发展趋于稳定。

1.2 有机食品溯源的研究意义

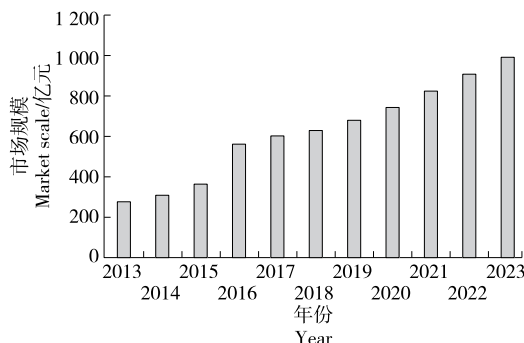
根据世界卫生组织 2020 年 4 月 30 日发布的统计数据^[1],估计有 6 亿人(几乎占世界人口的 10%)因食用受到污染的食物而患病,每年直接导致 42 万人死亡,间接导致 3 300 万人死亡。食用安全、健康的食物可以激发人



数据来源:中国报告网

图 1 2015—2020 年中国有机食品产量统计

Figure 1 Statistics of China's organic food production in 2015—2020



数据来源:前瞻产业研究院

图 2 2013—2023 年中国有机食品行业市场规模统计情况及预测

Figure 2 Market size statistics and forecast of China's organic food industry in 2013—2023

体免疫力,对抗各种疾病。

现今,在全球有机食品贸易背景下,生产商和消费者存在严重的信息不对称现象,对有机食品认知的缺乏,使得消费者在消费时无法作出确切的选择,导致其对有机食品安全缺乏信任。Ringsberg 等^[2]认为,食品的可追溯性有助于在供应链中迅速找出导致食品安全缺陷的原因,提出了食品可追溯性的实施对于确保食品安全具有重要意义。因此,有必要建立完善的有机食品溯源体系,而区块链是一个共享数据库,其中存储的数据或信息,具有“不可伪造”“全程留痕”“可以追溯”“公开透明”“集体维护”等一系列技术特点。基于这些特点,区块链技术拥有了坚实的被选择以及信任的基础,具有广阔的运用前景^[3]。唐衍军等^[4]论证了区块链技术在食品冷链质量安全监测的适用性,研究了区块链的创新应用对食品冷链质量安全管理提升效果;陈薇伶等^[5]针对生鲜农产品供应链的发展进行了研究,引入区块链技术以促进传统生鲜农产品供应链的转型升级,为打造高效、有序的生鲜农产品安全体系奠定了基础。

因此,构建基于区块链技术的有机食品溯源体系,并

对体系的具体构建进行分析研究,提出相关问题及策略建议,对于有机农业质量安全的保障有一定的推动意义,可加快乡村振兴的步伐。

2 基于区块链技术的有机食品溯源

目前有机食品的溯源体系多是基于物联网技术,参与主体多且分散,不能以中心化方式运作,基于这些问题,提出将有机食品溯源与区块链相结合。溯源体系的整体框架如图 3 所示。

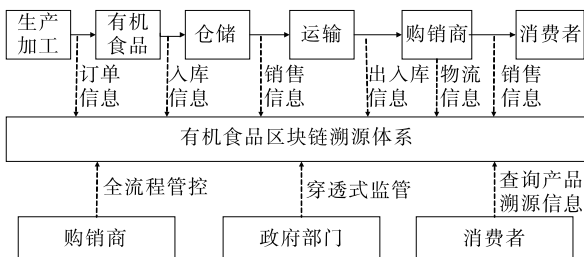


图 3 溯源体系框架图

Figure 3 Traceability system framework

2.1 溯源体系中区块链技术的应用机理

区块链有去中心化、防篡改性、安全性、开放性等技术特性^[6]。将区块链技术应用至传统的有机食品溯源体系中,有助于提高溯源进程的运行效率、降低溯源信息被篡改的风险、对有机食品质量安全问题进行有效溯源。

2.1.1 去中心化特性提高溯源进程效率 区块链技术是一个共享的分布式账本,由无数节点组成,链上记录的信息在多个节点均有备份,这些节点通过区块链网络端口可对记录存储的相关信息查询。这种架构去除了对于中心化集中式管理的依赖,解决了有机食品流通过程中信息不对称的问题,各参与实体共同维护同一账本^[8],并且对参与者来说是安全的,可以随时访问区块链^[7],打破了溯源进程中不同环节间的信息孤岛问题,减少各参与者重复核对信息的时间,有效提高了溯源进程的运行效率。区块链技术去中心化的特性弥补了传统中心化数据流通的缺陷,其结构如图 4 所示,多方实体共同参与,消除了对于集中式管理机构的依赖。

2.1.2 防篡改性及安全开放性助力质量安全问题的有效溯源 区块链技术因其防篡改性的特点,可以保证信息数据上传至区块链后的真实性。信息上传至区块链中后,会被附上时间戳^[8],便不再允许修改和删除,只能增加新信息或者备注信息,降低了有机食品在流通过程中的信息篡改机率,保障了溯源信息的真实可信性。

数据由多个节点共同维护,整个参与区块链的实体都可随时访问各节点的信息,根据链上存储的信息可以迅速追溯到数据被上传时的时间节点,避免了单节点数据被攻击致损坏的风险。区块链技术为有机食品溯源体系的构建提供了颠覆性的解决方式,为有机食品溯源提供了有效技术支撑,高效助力有机食品质量安全的有效溯源^[9]。

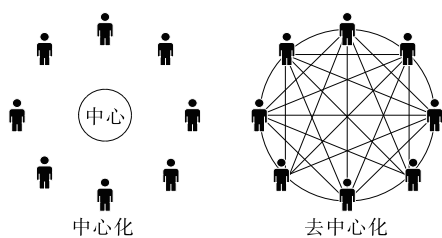


图4 区块链的去中心化结构

Figure 4 Decentralized structure of blockchain

2.2 有机食品溯源体系的建设

基于区块链技术的有机食品溯源体系在具体实施建设时,主要体现在有机食品的生产加工环节、质量安全检查环节、仓储环节、运输环节以及最后的销售环节中,各个环节的数据信息都应被真实详细地进行记录,便于后续的溯源信息查询。

2.2.1 生产加工环节 生产加工环节是整个溯源体系的起点,溯源体系从此处开始建设。在该环节中,需要实时监测和记录有机食品在生产时的选种、环境条件、加工工艺、设备、时间等信息,持续进行生产追踪。生产加工完成后,所有的有机食品都赋予唯一的食品追溯信息码,便于入库扫描记录以及后续的追溯信息查询。

2.2.2 质量安全检查环节 在有机食品生产完成后,进入市场流通之前,质量检查单位要根据《有机产品国家标准》中提到的有机食品质检的标准进行质量安全检查,将检查的结果上传至区块链中,并与对应的食品追溯信息码相结合,进行记录和存储,并对合格的产品赋予如图5所示的标志图,质量检查不合格的产品应该被淘汰,不能允许其进入市场。

2.2.3 仓储运输环节 质量检查合格后允许有机食品进入市场流通,需要先进行仓库存储以及将产品运输到各市场中。在仓库存储中,利用无线传感技术实现有机食品贮藏环境的实时监控,包括温度、湿度监控记录定期上传至区块链中,保障质量安全,避免环境因素导致的有机食品损坏;在有机食品出入库运输时,要进行追溯信息的扫描,实现对有机食品流通路径的完整详细记录,从而实现食品的可追溯性。

2.2.4 销售环节 销售有机食品时,通过新型射频技术对食品追溯码进行扫描^[10],产生的有机食品销售信息,将



图5 有机食品合格标志

Figure 5 Organic food qualification mark

其记录并存储在数据库中,从而保证了有机食品信息的完整性和可追溯性,实现对有机食品质量安全的监管,也使得消费者可以通过食品追溯信息码获得购买产品的所有详细信息。

以上各环节的实现不仅需要区块链的技术支持,还需要生产商、购销商、政府部门、消费者等作为方案的参与实体,这些参与实体在方案中的作用概述如图6所示。

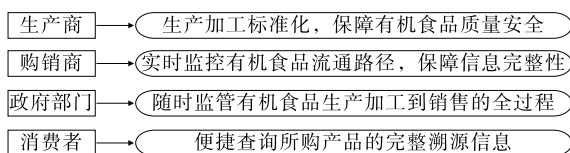


图6 参与实体的作用概述

Figure 6 Overview of the role of participating entities

3 有机食品溯源体系建设存在的问题

3.1 安全体系不健全

有机食品溯源体系的底层区块链虽然大大提高了追溯信息数据的效率,但成本相对较高,因而建设进程缓慢。有机食品溯源体系的建设涉及到有机食品生产、加工、运输、销售以及监管等各方面,在有机食品生产和加工过程中,要详细记录各种数据及信息,并设立相关数据库进行存储。在产地、仓库、运输车等安装数据采集记录的现代化电子设备,安排人员进行采集记录以及对设备进行定期维护。这是一项长期且耗资较大的工程,农户、中小型食品企业等难以承担,配合意愿较低,因此目前的有机食品溯源安全体系并不健全。

3.2 信用体系不完整

随着中国有机农业的发展,一些问题也逐渐突显出来,如有机食品假冒成本过低,消费者难辨真假等。全国每年平均曝出上万起与有机食品安全相关的问题事件,某些企业将“有机”作为营销噱头进行虚假售卖、宣传。并且大部分消费者对于有机理念的认识还存在一定的偏差^[11],信息不对称现象层出不穷,有机非有机食品混合销售的现象在有意无意地诱导欺骗消费者,抬高了非有机食品的价格,扰乱了有机市场,导致有机市场机制的混乱现象较为严重,这会降低消费者对有机食品的信任程度,从而导致不完整的有机食品溯源信用体系,不利于溯源体系的构建。

3.3 物联网融合不够

溯源体系的构建会随着有机食品品种及参与溯源的企业数量的增加而不断扩增物联网设备的数量、数据的传输量以及数据的计算量,因而溯源体系的建设对数据传输、计算以及响应速度的要求会不断提高。然而有机食品的溯源与物联网融合的模式下,所有设备之间的连接和通信需要通过中心化的网络及通信实现,而这种中心化组网模式的可维护性、稳定性和扩展性相对较差,同

时增加了运维的成本。这种融合的模式显然不能满足有机食品溯源体系的建设,需要去中心化的模式来弥补。

3.4 技术标准不统一

目前有机食品溯源行业缺乏完备的统一的技术标准及法规,影响了溯源体系策略的推广和应用。然而在溯源方面,不同的企业追溯信息标准不一致,不同的品牌采集的信息也不一样,有机食品上的身份标识也不完全一致,有些有机食品信息完整,包括生产时间、生产地、生产环境、流通时间、流通地点等,然而有些有机食品上的信息却只有生产地和生产时间,这些技术标准的不统一提高了溯源技术实施时的难度,不利于有机食品溯源体系的构建,也阻碍了更多有机食品相关企业加入溯源体系。

4 基于区块链技术的有机食品溯源体系建设建议

区块链作为新型互联网技术,在应用到有机食品溯源时仍然面临挑战,有机食品溯源体系的建设是一项涉及多科目、多领域、多层次的长期工程,而有机食品的质量安全是实现有机食品溯源的关键环节,结合有机食品溯源体系的建设,提出以下对策建议。

4.1 健全有机食品溯源安全体系

为逐步健全有机食品溯源安全体系,可尝试先试点再推广的路径。首先从重点地区、重点有机食品类型或重点生产商、企业作为切入点,逐步突破。通过小范围的试点工作可带动更多地方的农户、企业等逐步开展有机食品的溯源管理,不断扩大有机食品溯源体系建设的规模。其次应加大监管力度,建立有机食品认证的相关制度,相关部门应定期对从事有机认证的机构进行检查,逐步培育出权威、知名可信的认证机构;确定质量跟踪责任主体,保障消费者有顺畅的申诉渠道,有效促进有机食品溯源体系的早日健全。

4.2 完善有机食品溯源信用体系

一方面,尽可能地统一有机食品相关的认证标准,从而保障有机食品的质量安全。另一方面,健全完善有机食品追溯工作制度^[12],制定与有机食品相关的召回机制等,以便快速鉴别、调查和控制有机食品质量安全事件,明确有机食品质量安全责任主体,进一步完善有机市场的经营主体实名备案、原产地证明、质量检测准入、不合格产品退出等制度,引导和鼓励市场经营主体建立电子台账,将一切数据信息电子化地进行存储,方便商户经营也有利于有机食品流通过程中的信息记录、查询。要严格落实有机市场的食品质量安全主体责任,规范市场交易行为。加大宣传力度,向经营者开展追溯体系建设政策和业务知识宣讲,努力打造规范化的有机市场,使得有机食品溯源信用体系完整可信。

4.3 优化区块链与有机食品物联网融合

区块链技术的特性可以弥补物联网中的缺陷,因此

与有机食品溯源物联网相融合后,会为有机食品溯源体系提供更好的底层框架,提高其可扩展性和灵活性,保障区块链的交易速度与有机食品溯源体系中所需要处理的海量数据相匹配。有效利用区块链技术可为用户隐私提供保障的机制,优化其与有机食品物联网的融合框架,能够有效弥补集中式物联网带来的数据安全、隐私和管控问题,推动有机食品溯源体系的进一步演进,更好地为有机食品溯源体系服务。

4.4 建立统一规范的有机食品溯源标准

有机食品相关电子商务管理部门应当尽快形成溯源体系中涉及的统一标准,规范有机食品溯源体系的应用以及发展,使有机食品溯源信息在全网具有一致性,使各企业、农户、散户等在使用基于区块链技术支撑的有机食品溯源体系时,使用一种数据格式就可以完成所有数据信息的同步上传,不需学习更多繁杂的操作技术。这为有机食品溯源体系中的数据信息管理提供了便捷,进一步推动了有机食品溯源体系的构建、应用以及推广。

5 结语

有机食品溯源有广阔的发展前景,让有机食品从生产、加工到运输销售,从产地到消费者手中,这其中的每一个环节都有数据信息可寻,无论哪个环节出现问题,都能在最短时间内找到问题源头,把危害降到最低,这就需要一套完整的溯源体系。当前,除了溯源体系之外,还需要有相关的法律、标准和检测等一系列要素来保障有机食品的质量安全。

参考文献

- [1] LIN Xin, CHANG Shu-chen, CHOU Tung-hsiang, et al. Consumers' intention to adopt blockchain food traceability technology towards organic food products[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021, 18(3): 912.
- [2] RINGSBERG H A, MIRZABEIKI V. Effects on logistic operations from RFID- and EPCIS-enabled traceability [J]. British Food Journal, 2014, 116(1): 104-124.
- [3] SALAH K, NIZAMUDDIN N, JAYARAMAN R, et al. Blockchain-based soybean traceability in agricultural supply chain[J]. IEEE Access, 2019(7): 73 295-73 305.
- [4] 唐衍军, 许雯宏, 李海洲, 等. 基于区块链的食品冷链质量安全信息平台构建[J]. 包装工程, 2021, 42(11): 39-44.
TANG Yan-jun, XU Wen-hong, LI Hai-zhou, et al. Construction of food cold chain quality and safety information platform based on blockchain[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(11): 39-44.
- [5] 陈薇伶, 黄敏, 郭燕. 基于区块链技术的生鲜农产品供应链体系构建[J]. 商业经济研究, 2021(9): 123-126.
CHEN Wei-ling, HUANG Min, GUO Yan. The construction of a fresh agricultural product supply chain system based on blockchain technology[J]. Business Economics Research, 2021(9): 123-126.

(下转第 109 页)